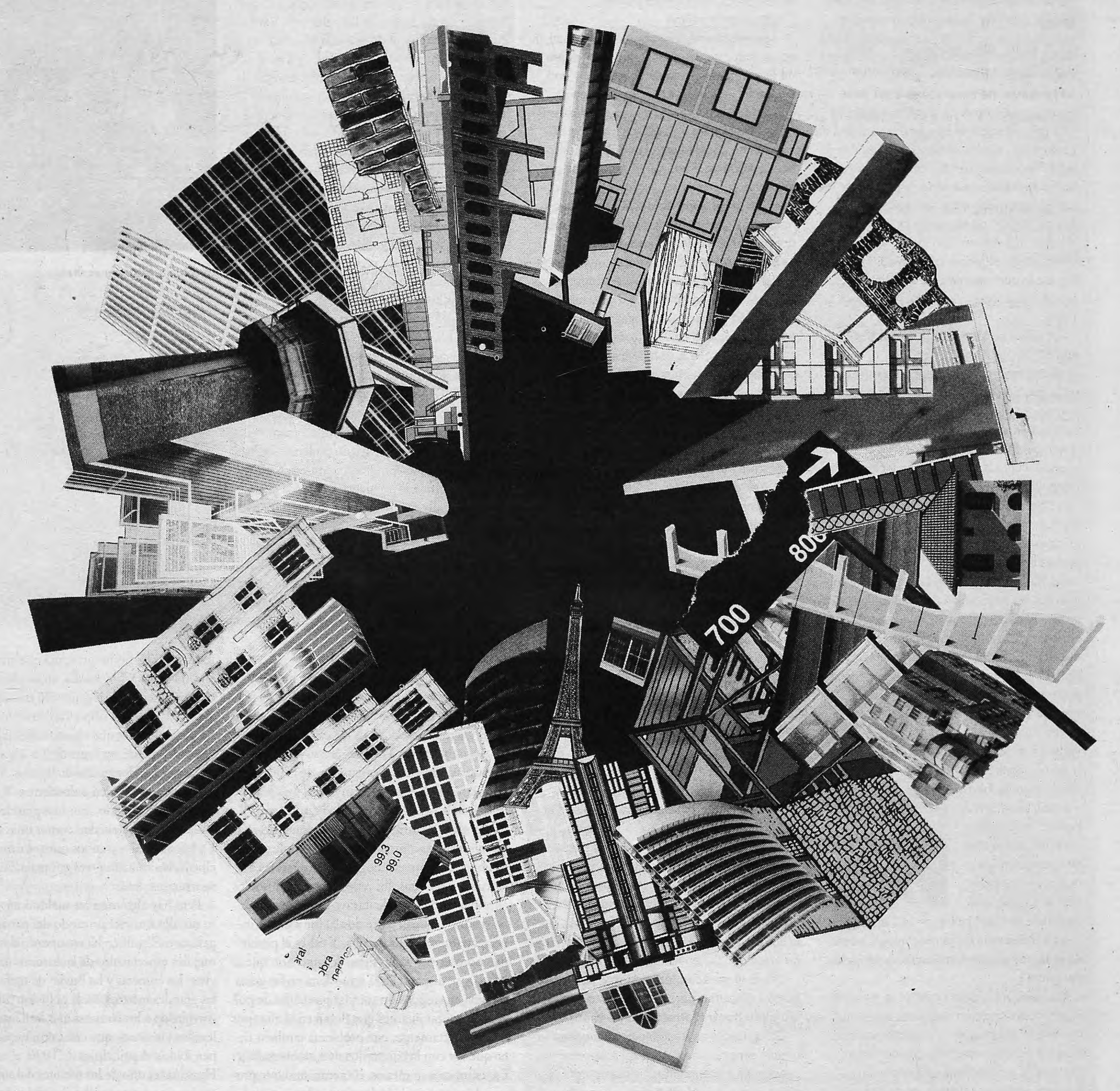



ASTRONOMIA

# El cielo perdido

El cielo, con sus soles lejanos, cometas y meteoritos, ya no forma parte de la experiencia sensible de la mayor parte de la humanidad, y el enemigo, en este caso, es la luz: las ciudades están sumergidas en enormes halos de luz artificial –muy mal utilizada– que impide ver el cielo que aun se ve en el campo o mar adentro. En lugar de 2 o 3 mil estrellas, en las noches despejadas de Buenos Aires (y, en general, de las grandes ciudades del mundo) apenas se pueden ver cien o doscientas. Naturalmente, no es que el cielo nocturno haya desaparecido de modo literal, ni que se haya refugiado en el hecho de que “lo esencial es invisible a los ojos”; sigue estando detrás de esa terca barrera luminosa que las ciudades han construido, y que impide la visión de la mismísima Vía Láctea, que se esfuma casi por completo, y que ya no podría guiar a los peregrinos por aquel Camino de Santiago. En esta edición, Futuro presenta los porqués de esta pérdida del realismo astronómico, y cómo podría recuperarse con una mejor iluminación que no desperdiciara tanta luz.

ENTREVISTA CON ANDRE BERGER, EXPERTO EN PALEOCLIMA

# El factor humano

**Por Alicia Rivera**
*El País*

"La Tierra tendrá que esperar 50 mil años para que el sistema climático olvide que hemos existido en los siglos XX y XXI haciendo este experimento incontrolado de inyectar a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de carbono." Así concluyó su charla André Berger, ante decenas de investigadores, al recibir en Estrasburgo, a finales del año pasado, el Premio Latsis 2001 de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF).

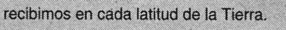
La presentación de Berger (Universidad de Lovaina) en el acto corrió a cargo de una figura histórica del cambio climático: el físico sueco Bert Bolin, que fundó y presidió el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), de Naciones Unidas. Bolin destacó que el premiado matemático y meteorólogo belga, experto en paleoclima, ha calculado con enorme precisión los factores astronómicos que influyen en el clima de la Tierra.

**–¿Cuáles son esos factores astronómicos?**

–El Sol influye, primero, porque es una estrella que emite energía, que varía con el tiempo. En nuestros cálculos, asumimos que esta actividad solar es constante en el último millón de años, porque apenas varía. La segunda influencia se debe a los factores astronómicos.

**–¿Cómo influyen en el clima terrestre?**

–Hay tres parámetros fundamentales. El primero es la forma de la órbita de la Tierra, que es elíptica pero varía con un período de unos 100 mil años. El segundo es la inclinación del eje de rotación del planeta, cuyo valor actual es 23 grados 27 minutos, y varía entre 22 y 25 grados con un período de 41 mil años. El tercer factor es algo más complicado, la llamada precesión climática, e indica la posición de los solsticios de verano e invierno en relación con la distancia entre la Tierra y el Sol; varía con un período medio de 21 mil años. Estos tres factores permiten computar con precisión la energía que recibimos en cada latitud de la Tierra.



**–¿La influencia de la mecánica celeste es el factor que determina la variabilidad del clima?**

–No es el único parámetro, pero es como el gatillo, la condición necesaria sin la cual no variaría el clima, y los propios mecanismos del sistema climático, que son muy complejos, amplifican o neutralizan su influencia. El factor astronómico es conocido desde el siglo XVIII, pero ahora los ordenadores permiten obtener soluciones muy precisas. Mi equipo y yo hemos hecho cálculos muy precisos de hasta un millón de años en el pasado y un millón de años en el futuro.

**–¿Ha cambiado mucho el clima en un millón de años?**

–Se alternan períodos interglaciales, como el actual, y glaciales con periodicidad de 100 mil años. Hace 20 mil años había en la Tierra quince millones de kilómetros cúbicos de hielo más que ahora; Canadá estaba cubierta de hielo con un grosor de entre uno y tres kilómetros, y en Eurasia el hielo se extendía por el Norte de Alemania, Holanda, parte de Rusia... con el mismo grosor.

**–Conociendo la variabilidad natural del clima, ¿qué opina del cambio climático inducido por la acción del hombre?**

–Hay que tener en cuenta la escala de tiempo. Sobre las grandes variaciones a escala de decenas de miles de años entre períodos glacialese interglaciales están las variaciones de alta frecuencia a escala de años o siglos. Ahora estamos en la llamada situación templada del siglo XX, y hay una tendencia al aumento de las temperaturas desde principios del siglo pasado.

**–¿Es significativo?**

–Aproximadamente un grado centígrado, y no es uniforme. Al menos un 50 por ciento de este calentamiento es debido a las emisiones de la actividad humana. Tenga en cuenta que la diferencia de temperatura entre la situación interglacial y el período glacial que he descrito era sólo de cinco grados, así que un grado centígrado no es despreciable en absoluto.

**–Hace unos años se decía que íbamos hacia una glaciación y que no había que preocuparse por el calentamiento.**

–En los años '70 se hicieron grandes avances en geología y se vio que los períodos interglaciales duran entre 10 mil y 20 mil años. Ahora iríamos hacia una glaciación y algunos dijeron que el calentamiento global era estupendo porque lo compensaría. En los últimos diez años hemos trabajado en esto y hemos visto que la excentricidad de la órbita de la Tierra se acerca hacia el valor cero y la insolación del planeta no va a cambiar mucho. Además, la concentración de $CO_2$ en la atmósfera ha variado en el pasado entre 200 ppm (partes por millón) en las glaciaciones, y 280 ppm en los períodos interglaciales, mientras que ahora estamos ya en 370 ppm y aumentando. El actual período interglacial va a ser muy largo.

**–¿Y qué pasará?**

–Con el escenario normal de emisiones, que supone duplicar la concentración de gases de efecto invernadero y llegar a 750 ppm, los modelos nos indican que se derretirá la capa helada del Hemisferio Norte. Esto tardará 10 mil años; luego permanecerá otro tanto derretida. Después, en los 30 mil años siguientes, se reconstruirá el hielo hasta el tamaño actual. Es decir, que pasarán 50 mil años hasta que el clima empiece a ser el mismo que habría sido naturalmente. Por eso digo que pasarán 50 mil años hasta que la tierra olvide este experimento incontrolado de inyectar $CO_2$ en la atmósfera.

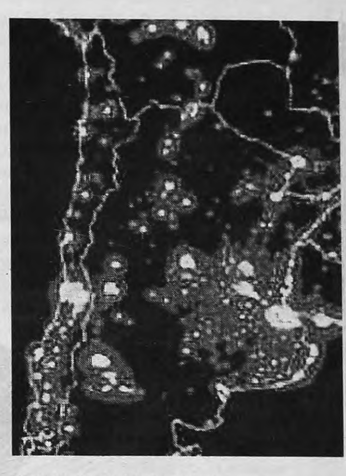
**–¿Qué le parecen las medidas políticas que se discuten para hacer frente al cambio climático y el Protocolo de Kioto?**

–El Protocolo es absolutamente necesario porque tenemos que empezar a abordar las cuestiones fundamentales y presionar a los políticos y a la sociedad para que no continúe esta estupidez de quemar muchísimos combustibles fósiles, algo que no es necesario porque podemos hacer mucho mejor las cosas con nuevas tecnologías. Kioto es un punto importante porque abre la puerta de la discusión, pero la decisión adoptada (que los países industrializados reduzcan sus emisiones en un 5,2 por ciento en los próximos 10 años) no tendrá impacto alguno en el clima. Para atenuar el calentamiento en el siglo XXI hay que reducir las emisiones globales en más del 50 por ciento. La mejor política es la adaptación a la nueva situación climática que vamos a afrontar (más inundaciones, más lluvias, más tormentas, más huracanes, menos agua potable disponible...). Hay que tomar decisiones políticas al más alto nivel, pero no se están tomando: se habla, se habla y se habla mientras aumentan las emisiones y el calentamiento global.

# El cielo perdido

**Por Mariano Ribas**

Hubo una época, no muy lejana, en que el cielo nocturno todavía formaba parte de la vida cotidiana. Y en realidad así fue durante casi toda la historia de la humanidad. Todas las culturas, en todos los rincones de la Tierra, convivieron con ese magnífico techo natural: la Vía Láctea cruzando el cielo de lado a lado, como un gigantesco puente resplandeciente, y a su alrededor, por todas partes, incontables estrellas de distintos brillos y colores. La escena cobraba aún más dramatismo cuando algún cometa se descolgaba de las profundidades del espacio, y desplegaba una larguísima cola blanco azulada. O cuando una lluvia de meteoros iluminaba la noche y parecía presagiar el fin de los tiempos. Era un paisaje potente y sobrecogedor. Y su sola contemplación fue un ritual íntimo y silencioso que repitieron miles y miles de generaciones. Asombro, curiosidad, vértigo, miedo... todos, absolutamente todos nuestros antepasados sintieron esas mismas sensaciones. No es raro, entonces, que el cielo haya sido el gran escenario donde el hombre proyectó sueños y creencias.



Un detalle de la Argentina que muestra la contaminación lumínica sobre los centros urbanos.

Pero el cielo ya no es el mismo. Cada día nos parece más lejano, más ajeno a la experiencia cotidiana. En realidad, nada raro ha pasado con el universo: la Vía Láctea sigue estando, las estrellas siguen brillando y los cometas siguen pasando. Y sin embargo, casi no podemos verlos. ¿Por qué? Simplemente porque nuestras ciudades están sumergidas en enormes halos de luz artificial –muy mal utilizada– que estropean nuestra visión del firmamento. Hace poco se conocieron los resultados del primer estudio global sobre la "contaminación luminosa". Y son verdaderamente preocupantes. Aun así, no es del todo tarde, todavía estamos a tiempo de recuperar el cielo perdido.

## LA CONTAMINACION LUMINOSA

El problema de la contaminación luminosa es bastante reciente. Tanto es así que hasta hace apenas unas décadas nadie hablaba de semejante cosa. De todos modos, sus raíces se remontan un poco más atrás. Todo comenzó hace algo más de un siglo, con la aparición de la luz eléctrica, sin dudas uno de los inventos más grandiosos de la historia. Pero todo gran invento puede ser mal utilizado. El impresionante crecimiento urbano a nivel mundial multiplicó por millones las lámparas hogareñas, los faroles de las calles y las rutas, los reflectores e, incluso, los enormes carteles publicitarios. El planeta se llenó de luz. Y buena parte de ella fue a parar, innecesariamente, hacia arriba. Y ése es el problema, porque esa luz no sigue de largo sino que se refleja y se dispersa en la atmósfera, en las gotas de agua en suspensión y en las partículas de polvo y de contaminantes que flotan en el aire (por eso, indirectamente, este problema también tiene que ver con la contaminación ambiental). Ese es, ni más ni menos, el mecanismo que provoca la contaminación luminosa. A principios del siglo XX, los astrónomos comenzaron a notar sus dañinas consecuencias. Los otrora oscuros cielos se estaban "contaminando": un molesto velo luminoso envolvía las ciudades y sus alrededores. E incluso afectaba a zonas alejadas a cientos de kilómetros de cualquier urbe, llegando hasta los remotos sitios donde suelen ubicarse los observatorios astronómicos.

Por aquel entonces, los efectos de esa bruma artificial todavía eran muy sutiles, y sólo complicaban la observación por telescopio de los objetos más pálidos del cielo (especialmente a las nebulosas y a las galaxias remotas). Pero llegó un momento en que la contaminación luminosa se hizo demasiado obvia: durante la década de 1930, la Vía Láctea y cientos de estrellas débiles dejaron de verse a simple vista en los cielos de las grandes ciudades del mundo (entre ellas, en fin, Buenos Aires).

## CIELOS POBRES

Desde sus comienzos, la contaminación luminosa no ha hecho otra cosa que empeorar año tras año. Y hoy en día, en las ciudades, el brillo artificial del cielo no sólo es muy superior al de la Vía Láctea sino también al de la mayoría de las estrellas que en otras épocas podían verse fácilmente: en lugar de 2 o 3 mil estrellas, en las noches despejadas de Buenos Aires apenas podemos ver cien o doscientas. Y en otras ciudades del mundo, aun más grandes e iluminadas, apenas se pueden contar unas decenas. En los suburbios y en los centros urbanos más chicos, la situación no es tan mala, aunque deja mucho que desear.

Pero hay algo más: ese maldito *smog* luminoso no sólo nos está privando del paisaje estelar y galáctico. También ha estropeado dos de los mejores espectáculos de la astronomía a simple vista: los cometas y las lluvias de meteoros. En las grandes metrópolis, la polución lumínica ha convertido a los cometas más brillantes en deslucidos visitantes, que casi siempre pasan desapercibidos. A principios de 1996, el cometa Hyakutake, uno de los mejores del siglo XX, pasó varias semanas sobre los cielos argentinos. En las ciudades sólo fue un pálido manchón de luz. Sin embargo, para los habitantes de las zonas rurales o montañosas, o para quienes se alejaron de los centros urbanos para verlo, el Hya-

## LAS CIFRAS DE LA CONTAMINACIO

El trabajo de Cinzano, Falchi y Elvidge se r
nisferio que muestra, con distintos colores, los
contaminación. Y a primera vista lo que se ha
mente, son los grandes manchones que corre
les de los distintos países y a otras grandes ci
y en menor grado, a sus alrededores, aunque
tados.

Veamos ahora los datos globales: "Dos terci
mundial vive en lugares con algún grado de co
dice Elvidge. Eso significa que 4 mil millones d
nen cielos oscuros como los que existían en to
nas cuatro o cinco generaciones. Los datos so
do uno focaliza en las regiones más desarrolla
de los europeos y los norteamericanos vive en

ENTREVISTA CON ANDRE BERGER, EXPERTO EN PALEOCLIMA

# El factor humano

**Por Alicia Rivera**
*El País*

"La Tierra tendrá que esperar 50 mil años para que el sistema climático olvide que hemos existido en los siglos XX y XXI haciendo este experimento incontrolado de inyectar a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de carbono." Así concluyó su charla André Berger, ante decenas de investigadores, al recibir en Estrasburgo, a finales del año pasado, el Premio Latsis 2001 de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF).

La presentación de Berger (Universidad de Lovaina) en el acto corrió a cargo de una figura histórica del cambio climático: el físico sueco Bert Bolin, que fundó y presidió el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), de Naciones Unidas. Bolin destacó que el premiado matemático y meteorólogo belga, experto en paleoclima, ha calculado con enorme precisión los factores astronómicos que influyen en el clima de la Tierra.

**–¿Cuáles son esos factores astronómicos?**

–El Sol influye, primero, porque es una estrella que emite energía, que varía con el tiempo. En nuestros cálculos, asumimos que esta actividad solar es constante en el último millón de años, porque apenas varía. La segunda influencia se debe a los factores astronómicos.

**–¿Cómo influyen en el clima terrestre?**

–Hay tres parámetros fundamentales. El primero es la forma de la órbita de la Tierra, que es elíptica pero varía con un período de unos 100 mil años. El segundo es la inclinación del eje de rotación del planeta, cuyo valor actual es 23 grados 27 minutos, y varía entre 22 y 25 grados con un período de 41 mil años. El tercer factor es algo más complicado, la llamada precesión climática, e indica la posición de los solsticios de verano e invierno en relación con la distancia entre la Tierra y el Sol; varía con un período medio de 21 mil años. Estos tres factores permiten computar con precisión la energía que recibimos en cada latitud de la Tierra.

**–¿La influencia de la mecánica celeste es el factor que determina la variabilidad del clima?**

–No es el único parámetro, pero es como el gatillo, la condición necesaria sin la cual no variaría el clima, y los propios mecanismos del sistema climático, que son muy complejos, amplifican o neutralizan su influencia. El factor astronómico es conocido desde el siglo XVIII, pero ahora los ordenadores permiten obtener soluciones muy precisas. Mi equipo y yo hemos hecho cálculos muy precisos de hasta un millón de años en el pasado y un millón de años en el futuro.

**–¿Ha cambiado mucho el clima en un millón de años?**

–Se alternan períodos interglaciales, como el actual, y glaciales con periodicidad de 100 mil años. Hace 20 mil años había en la Tierra quince millones de kilómetros cúbicos de hielo más que ahora; Canadá estaba cubierta de hielo con un grosor de entre uno y tres kilómetros, y en Eurasia el hielo se extendía por el Norte de Alemania, Holanda, parte de Rusia... con el mismo grosor.

**–Conociendo la variabilidad natural del clima, ¿qué opina del cambio climático inducido por la acción del hombre?**

–Hay que tener en cuenta la escala de tiempo. Sobre las grandes variaciones a escala de decenas de miles de años entre períodos glacialese interglaciales están las variaciones de alta frecuencia a escala de años o siglos. Ahora estamos en la llamada situación templada del siglo XX, y hay una tendencia al aumento de las temperaturas desde principios del siglo pasado.

**–¿Es significativo?**

–Aproximadamente un grado centígrado, y no es uniforme. Al menos un 50 por ciento de este calentamiento es debido a las emisiones de la actividad humana. Tenga en cuenta que la diferencia de temperatura entre la situación interglacial y el período glacial que he descrito era sólo de cinco grados, así que un grado centígrado no es despreciable en absoluto.

**–Hace unos años se decía que íbamos hacia una glaciación y que no había que preocuparse por el calentamiento.**

–En los años '70 se hicieron grandes avances en geología y se vio que los períodos interglaciales duran entre 10 mil y 20 mil años. Ahora iríamos hacia una glaciación y algunos dijeron que el calentamiento global era estupendo porque lo compensaría. En los últimos diez años hemos trabajado en esto y hemos visto que la excentricidad de la órbita de la Tierra se acerca hacia el valor cero y la insolación del planeta no va a cambiar mucho. Además, la concentración de CO2 en la atmósfera ha variado en el pasado entre 200 ppm (partes por millón) en las glaciaciones, y 280 ppm en los períodos interglaciales, mientras que ahora estamos ya en 370 ppm y aumentando. El actual período interglacial va a ser muy largo.

**–¿Y qué pasará?**

–Con el escenario normal de emisiones, que supone duplicar la concentración de gases de efecto invernadero y llegar a 750 ppm, los modelos nos indican que se derretirá la capa helada del Hemisferio Norte. Esto tardará 10 mil años; luego permanecerá otro tanto derretida. Después, en los 30 mil años siguientes, se reconstruirá el hielo hasta el tamaño actual. Es decir, que pasarán 50 mil años hasta que el clima empiece a ser el mismo que habría sido naturalmente. Por eso digo que pasarán 50 mil años hasta que la tierra olvide este experimento incontrolado de inyectar CO2 en la atmósfera.

**–¿Qué le parecen las medidas políticas que se discuten para hacer frente al cambio climático y el Protocolo de Kioto?**

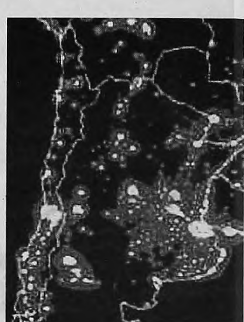
–El Protocolo es absolutamente necesario porque tenemos que empezar a abordar las cuestiones fundamentales y presionar a los políticos y a la sociedad para que no continúe esta estupidez de quemar muchísimos combustibles fósiles, algo que no es necesario porque podemos hacer mucho mejor las cosas con nuevas tecnologías. Kioto es un punto importante porque abre la puerta de la discusión, pero la decisión adoptada (que los países industrializados reduzcan sus emisiones en un 5,2 por ciento en los próximos 10 años) no tendrá impacto alguno en el clima. Para atenuar el calentamiento en el siglo XXI hay que reducir las emisiones globales en más del 50 por ciento. La mejor política es la adaptación a la nueva situación climática que vamos a afrontar (más inundaciones, más lluvias, más tormentas, más huracanes, menos agua potable disponible...). Hay que tomar decisiones políticas al más alto nivel, pero no se están tomando: se habla, se habla y se habla mientras aumentan las emisiones y el calentamiento global.

# El cielo perdido

**Por Mariano Ribas**

Hubo una época, no muy lejana, en que el cielo nocturno todavía formaba parte de la vida cotidiana. Y en realidad así fue durante casi toda la historia de la humanidad. Todas las culturas, en todos los rincones de la Tierra, convivieron con ese magnífico techo natural: la Vía Láctea cruzando el cielo de lado a lado, como un gigantesco puente resplandeciente, y a su alrededor, por todas partes, incontables estrellas de distintos brillos y colores. La escena cobraba aún más dramatismo cuando algún cometa se descolgaba de las profundidades del espacio, y desplegaba una larguísima cola blanco azulada. O cuando una lluvia de meteoros iluminaba la noche y parecía presagiar el fin de los tiempos. Era un paisaje potente y sobrecogedor. Y su sola contemplación fue un ritual íntimo y silencioso que repitieron miles y miles de generaciones. Asombro, curiosidad, vértigo, miedo... todos, absolutamente todos nuestros antepasados sintieron esas mismas sensaciones. No es raro, entonces, que el cielo haya sido el gran escenario donde el hombre proyectó sueños y creencias.

Pero el cielo ya no es el mismo. Cada día nos parece más lejano, más ajeno a la experiencia cotidiana. En realidad, nada raro ha pasado con el universo: la Vía Láctea sigue estando, las estrellas siguen brillando y los cometas siguen pasando. Y sin embargo, casi no podemos verlos. ¿Por qué? Simplemente porque nuestras ciudades están sumergidas en enormes halos de luz artificial –muy mal utilizada– que estropean nuestra visión del firmamento. Hace poco se conocieron los resultados del primer estudio global sobre la "contaminación luminosa". Y son verdaderamente preocupantes. Aun así, no es del todo tarde, todavía estamos a tiempo de recuperar el cielo perdido.



Un detalle de la Argentina que muestra la contaminación lumínica sobre los centros urbanos.

Las luces del mundo que impiden ver los cielos se concentran, como el poder y el desarrollo, en el hemisferio norte.

La Vía Láctea en el cielo, un paisaje cada vez más extraño a los ojos humanos. (ábajo)

## LA CONTAMINACION LUMINOSA

El problema de la contaminación luminosa es bastante reciente. Tanto es así que hasta hace apenas unas décadas nadie hablaba de semejante cosa. De todos modos, sus raíces se remontan un poco más atrás. Todo comenzó hace algo más de un siglo, con la aparición de la luz eléctrica, sin dudas uno de los inventos más grandiosos de la historia. Pero todo gran invento puede ser mal utilizado. El impresionante crecimiento urbano a nivel mundial multiplicó por millones las lámparas hogareñas, los faroles de las calles y las rutas, los reflectores e, incluso, los enormes carteles publicitarios. El planeta se llenó de luz. Y buena parte de ella fue a parar, innecesariamente, hacia arriba. Y ése es el problema, porque esa luz no sigue de largo sino que se refleja y se dispersa en la atmósfera, en las gotas de agua en suspensión y en las partículas de polvo y de contaminantes que flotan en el aire (por eso, indirectamente, este problema también tiene que ver con la contaminación ambiental). Ese es, ni más ni menos, el mecanismo que provoca la contaminación luminosa. A principios del siglo XX, los astrónomos comenzaron a notar sus dañinas consecuencias. Los otrora oscuros cielos se estaban "contaminando": un molesto velo luminoso envolvía las ciudades y sus alrededores. E incluso afectaba a zonas alejadas a cientos de kilómetros de cualquier urbe, llegando hasta los remotos sitios donde suelen ubicarse los observatorios astronómicos.

Por aquel entonces, los efectos de esa bruma artificial todavía eran muy sutiles, y sólo complicaban la observación por telescopio de los objetos más pálidos del cielo (especialmente a las nebulosas y a las galaxias remotas). Pero llegó un momento en que la contaminación luminosa se hizo demasiado obvia: durante la década de 1930, la Vía Láctea y cientos de estrellas débiles dejaron de verse a simple vista en los cielos de las grandes ciudades del mundo (entre ellas, en fin, Buenos Aires).

## CIELOS POBRES

Desde sus comienzos, la contaminación luminosa no ha hecho otra cosa que empeorar año tras año. Y hoy en día, en las ciudades, el brillo artificial del cielo no sólo es muy superior al de la Vía Láctea sino también al de la mayoría de las estrellas que en otras épocas podían verse fácilmente: en lugar de 2 o 3 mil estrellas, en las noches despejadas de Buenos Aires apenas podemos ver cien o doscientas. Y en otras ciudades del mundo, aun más grandes e iluminadas, apenas se pueden contar unas decenas. En los suburbios y en los centros urbanos más chicos, la situación no es tan mala, aunque deja mucho que desear.

Pero hay algo más: ese maldito *smog* luminoso no sólo nos está privando del paisaje estelar y galáctico. También ha estropeado dos de los mejores espectáculos de la astronomía a simple vista: los cometas y las lluvias de meteoros. En las grandes metrópolis, la polución lumínica ha convertido a los cometas más brillantes en deslucidos visitantes, que casi siempre pasan desapercibidos. A principios de 1996, el cometa Hyakutake, uno de los mejores del siglo XX, pasó varias semanas sobre los cielos argentinos. En las ciudades sólo fue un pálido manchón de luz. Sin embargo, para los habitantes de las zonas rurales o montañosas, o para quienes se alejaron de los centros urbanos para verlo, el Hyakutake fue una experiencia inolvidable. Sin ir más lejos, hace apenas unas semanas hubo un cometa bastante interesante (el Linear / 2000 WM1) que podríamos haber observado a simple vista durante la noche desde esta parte del globo. Pero, por culpa de la contaminación luminosa, eso fue imposible. Algo similar ocurre con las lluvias de meteoros, que se producen cada vez que nuestro planeta se zambulle en los polvorientos ríos de polvo dejados por los cometas. La reciente lluvia de meteoros de las "Leónidas" fue un gran espectáculo (con cientos o miles de estrellas fugaces por hora) sólo reservado a áreas rurales, montañosas o desérticas, pero no para las ciudades y sus zonas aledañas. De a poco, y casi sin darnos cuenta, estamos perdiendo nuestro balcón al universo.

## CUANTIFICANDO EL PROBLEMA

La contaminación luminosa existe, pero hasta ahora nadie la había cuantificado. Sí se habían tomado varias fotos satelitales, mostrando los distintos continentes durante la noche, salpicados por las luces de las ciudades. Y eso permitió tener una idea cruda de la extensión del problema. Cruda, porque para tener un panorama claro de la contaminación luminosa a nivel global y regional no alcanza con fotografiar las luces de las ciudades desde el espacio. También hay que considerar la otra pata de la polución luminosa: la reflexión y la dispersión de la luz artificial generadas por la atmósfera. Y eso es precisamente lo que hicieron los italianos Pierantonio Cinzano y Fabio Falchi (ambos de la Universidad de Padua) y Chris Elvidge, una investigadora de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos. Los tres científicos trabajaron con varias imágenes nocturnas de los continentes (tomadas por satélites norteamericanos), las combinaron con sus propios modelos de reflexión y propagación de la luz en la atmósfera, e introdujeron los datos demográficos de casi todo el planeta. Y así construyeron el "Primer Atlas Mundial del Brillo Artificial del Cielo Nocturno", que recientemente fue publicado en la revista británica *Monthly Notices*, de la *Royal Astronomical Society*. Las conclusiones no son nada alentadoras (ver cuadro).

## IMPLICANCIAS CULTURALES

La Vía Láctea ya no está. La mayoría de las estrellas tampoco, y sólo hay que conformarse con las más brillantes. Los cometas pasan sin pena ni gloria. Y las lluvias de meteoros no se lucen. Son cielos pobres, que no dan cuenta de todo lo que verdaderamente existe allí afuera.

Y esa falsa impresión tiene profundas implicancias culturales e intelectuales: para buena parte de la humanidad, la visión del universo se ha hecho miope y muy poco tentadora. Y eso, sin dudas, achata nuestra perspectiva, nuestra visión de la realidad y hasta nuestros sueños. "La contaminación luminosa no es un problema de los astrónomos, en realidad es algo que perjudica a todos por igual, porque estamos perdiendo la percepción del universo", dicen los autores del citado estudio. Y con respecto a la "desaparición" de nuestra galaxia en buena parte de los cielos del mundo, agregan: "La Vía Láctea no es algo extraño, es simplemente el lugar donde vivimos".

Desde siempre, el cielo ha sido la fuente de inspiración para incontables relatos e interpretaciones acerca del origen del mundo y del universo. Y sin importar las épocas, las culturas o las razas, la contemplación de un firmamento negro y repleto de estrellas ha sacudido las fibras más íntimas de nuestra especie. Su inmensidad nos golpea, nos emociona y nos asusta. Ubica nuestra existencia en un mar de tiempo y espacio en el que parecemos perdernos. Esas sensaciones fueron el germen para generaciones y generaciones de científicos, filósofos, poetas, músicos, pintores y exploradores. Pero un cielo pobre, vacío y grisáceo, salpicado de unos pocos puntos mortecinos, difícilmente pueda estimular las mentes de cientos de millones de chicos que están creciendo en medio de enormes urbes bañadas de luz.

## UNA LUZ DE ESPERANZA

Recuperar el cielo perdido no significa quedarnos a oscuras o volver a la prehistoria. Sólo se trata de iluminar mejor y no desperdiciar la luz "iluminando las panzas de los aviones", como suelen decir los astrónomos aficionados. Es curioso, porque la contaminación luminosa también es un serio problema económico: las tres cuartas partes del brillo que vemos en el cielo de las grandes ciudades, por lo menos, corresponde a luz artificial desperdiciada. Son millones de lámparas, faroles y reflectores mal diseñados, que encandilan, que derrochan luz y que no se limitan a iluminar lo que tienen que iluminar (calles, plazas o estadios) sino que "tiran" más de la mitad de su luz hacia arriba. Según un informe de la *International Dark Sky Association* (IDA) –la principal organización mundial que lucha contra la contaminación luminosa, con sede en Tucson, Arizona, y que cuenta con miles de socios en más de 70 países–, sólo en Estados Unidos se gastan 1500 millones de dólares por año en luz que va a parar al cielo. Y este despilfarro, doblemente dañino, también ocurre en el resto del planeta.

Pero hay una solución, bastante sencilla, que gracias a la acción de la IDA y asociaciones similares en otras partes del mundo ya se está aplicando con mucho éxito en varios lugares. Simplemente hay que instalar sistemas de iluminación diseñados para que la luz vaya hacia abajo, donde realmente haya que iluminar. Son lámparas y faroles que usan escudos, techitos y rebordes que impiden la fuga de la luz hacia arriba. Y así, aprovechando bien la luz, se pueden utilizar lámparas de la mitad de la potencia –y consumo– que las que llevan los faroles comunes. Si este uso razonable de la luz eléctrica se extendiera masivamente a los edificios, los comercios, las calles, las avenidas, las rutas, las plazas, los parques, los estadios y las fábricas, las cosas podrían cambiar. Se ahorraría energía y se cuidaría el cielo. La ecuación no puede ser mejor.

Vale la pena, entonces, hacer correr estas ideas. Es mucho lo que está en juego, porque el cielo es un patrimonio natural, un inigualable paisaje a proteger. La contaminación luminosa lo está arruinando. Y nos está robando un sentimiento primario, esencial y tan antiguo como nuestra especie: la fascinación por el universo. Es una experiencia necesaria. Y profundamente humana.

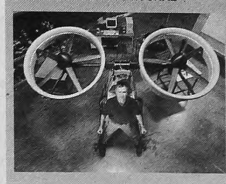
## LAS CIFRAS DE LA CONTAMINACION LUMINOSA

El trabajo de Cinzano, Falchi y Elvidge se resume en un gran planisferio que muestra, con distintos colores, los distintos niveles de contaminación. Y a primera vista lo que se hace más obvio, lógicamente, son los grandes manchones que corresponden a las capitales de los distintos países y a otras grandes ciudades. Pero también, y en menor grado, a sus alrededores, aunque no haya lugares habitados.

Veamos ahora los datos globales: "Dos tercios de la población mundial vive en lugares con algún grado de contaminación luminosa", dice Elvidge. Eso significa que 4 mil millones de personas ya no tienen cielos oscuros como los que existían en todas partes hace apenas cuatro o cinco generaciones. Los datos son mucho peores cuando uno focaliza en las regiones más desarrolladas: el 99 por ciento de los europeos y los norteamericanos vive en sitios afectados, en mayor o menor grado, por este problema. Y en algunos lugares más específicos, como el Este de Estados Unidos, el Oeste y el Centro de Europa y ciudades de Japón y Corea del Sur, el cielo está tan cargado de luz artificial que jamás alcanza un nivel de oscuridad mayor al de un crepúsculo (el período de alrededor de 1 hora que antecede a la salida del Sol o que precede a su puesta). Y hay más: un quinto de la humanidad (unos 1200 millones de personas) ya no pueden ver la Vía Láctea en su cielo, lo que marca una suerte de límite crítico en las escalas de polución luminosa. Pero en Estados Unidos ese porcentaje es del 70 por ciento, y en Europa, del 50 por ciento. Y, lejos de detenerse, la tendencia aumenta: los autores de este "Primer Atlas Mundial del Brillo Artificial del Cielo Nocturno" estiman que en los países más desarrollados la contaminación luminosa crece a un ritmo anual de entre 5 y 10 por ciento.

NOVEDADES EN CIENCIA

## UN HELICOPTERO PERSONAL



**NewScientist** Es una máquina voladora compacta, veloz y eficiente. Pero no es un avión, ni un pájaro. En realidad es un aparato bastante raro, casi futurista: se llama *Solo Trek* y es una especie de helicóptero personal. En realidad, no es la primera vez que se intenta algo así, pero el Solo Trek parece ser el primero que realmente funciona. Tanto es así que hace unas semanas pasó con todo éxito su primer test de vuelo, aunque recién ahora se conocieron los primeros detalles de la prueba.

El curioso engendro es obra de Michael Moshier, un ingeniero norteamericano que desde hace tiempo viene trabajando la idea de construir un aparato volador individual y práctico. Para su desarrollo, contó con el apoyo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Básicamente, el Solo Trek es un armazón metálica (un "exoesqueleto", según Moshier) con dos rotores gemelos ubicados en su parte superior. El piloto se ubica en medio de la estructura, y mediante un par de controles de mano, puede encender los motores y controlar la dirección y la velocidad de la nave durante el vuelo. A propósito de su velocidad: el Solo Trek puede viajar a 120 km/hora. Y si bien es cierto que durante su bautismo sólo voló unos metros durante 19 segundos, Moshier dice que el aparato tiene una autonomía de 250 kilómetros con el tanque lleno de combustible. Así superaría con creces cualquier otro intento similar.

Actualmente, el primer prototipo de este helicóptero personal está en plena etapa de ajustes y mejoras. Y continuamente está siendo controlado con la ayuda del *Ames Research Center*, un organismo de la NASA ubicado en California. "La mayoría de las modificaciones tienen que ver con el software y el hardware de control del Solo Trek", explica su inventor. Y agrega: "En una prueba reciente notamos que el aparato no sería completamente estable durante el vuelo, así que ahora estamos perfeccionando su sistema de estabilidad". Entre otras cosas, Moshier dice que la versión mejorada del Solo Trek incluirá un equipo de posicionamiento global satelital, para la orientación del piloto, y algunas medidas de seguridad, especialmente un sistema de escape con paracaídas.

Ahora bien: ¿para qué sirve semejante cosa? Evidentemente no se trata, solamente, de un juguete ni de un capricho tecnológico. En principio, parece que el Solo Trek podría utilizarse en misiones militares (de hecho, Moshier dice que para 2003 tendrá listo un modelo perfeccionado para la armada de los Estados Unidos). Pero también se le han imaginado usos no dañinos, como la búsqueda y rescate de personas en accidentes de todo tipo, mantenimiento de edificios, reparación de torres y líneas de alta tensión y, claro, también como un novedoso medio de transporte personal.



Las luces del mundo que impiden ver los cielos se concentran, como el poder y el desarrollo, en el hemisferio norte.

La Vía Láctea en el cielo, un paisaje cada vez más extraño a los ojos humanos. (abajo)





kutake fue una experiencia inolvidable. Sin ir más lejos, hace apenas unas semanas hubo un cometa bastante interesante (el Linear / 2000 WM1) que podríamos haber observado a simple vista durante la noche desde esta parte del globo. Pero, por culpa de la contaminación luminosa, eso fue imposible. Algo similar ocurre con las lluvias de meteoros, que se producen cada vez que nuestro planeta se zambulle en los polvorientos ríos de polvo dejados por los cometas. La reciente lluvia de meteoros de las "Leónidas" fue un gran espectáculo (con cientos o miles de estrellas fugaces por hora) sólo reservado a áreas rurales, montañosas o desérticas, pero no para las ciudades y sus zonas aledañas. De a poco, y casi sin darnos cuenta, estamos perdiendo nuestro balcón al universo.

**CUANTIFICANDO EL PROBLEMA**

La contaminación luminosa existe, pero hasta ahora nadie la había cuantificado. Sí se habían tomado varias fotos satelitales, mostrando los distintos continentes durante la noche, salpicados por las luces de las ciudades. Y eso permitió tener una idea cruda de la extensión del problema. Cruda, porque para tener un panorama claro de la contaminación luminosa a nivel global y regional no alcanza con fotografiar las luces de las ciudades desde el espacio. También hay que considerar la otra pata de la polución luminosa: la reflexión y la dispersión de la luz artificial generadas por la atmósfera. Y eso es precisamente lo que hicieron los italianos Pierantonio Cinzano y Fabio Falchi (ambos de la Universidad de Padua) y Chris Elvidge, una investigadora de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos. Los tres científicos trabajaron con varias imágenes nocturnas de los continentes (tomadas por satélites norteamericanos), las combinaron con sus propios modelos de reflexión y propagación de la luz en la atmósfera, e introdujeron los datos demográficos de casi todo el planeta. Y así construyeron el "Primer Atlas Mundial del Brillo Artificial del Cielo Nocturno", que recientemente fue publicado en la revista británica *Monthly Notices*, de la *Royal Astronomical Society*. Las conclusiones no son nada alentadoras (ver cuadro).

**IMPLICANCIAS CULTURALES**

La Vía Láctea ya no está. La mayoría de las estrellas tampoco, y sólo hay que conformarse con las más brillantes. Los cometas pasan sin pena ni gloria. Y las lluvias de meteoros no se lucen. Son cielos pobres, que no dan cuenta de todo lo que verdaderamente existe allí afuera.

Y esa falsa impresión tiene profundas implicancias culturales e intelectuales: para buena parte de la humanidad, la visión del universo se ha hecho miope y muy poco tentadora. Y eso, sin dudas, achata nuestra perspectiva, nuestra visión de la realidad y hasta nuestros sueños. "La contaminación luminosa no es un problema de los astrónomos, en realidad es algo que perjudica a todos por igual, porque estamos perdiendo la percepción del universo", dicen los autores del citado estudio. Y con respecto a la "desaparición" de nuestra galaxia en buena parte de los cielos del mundo, agregan: "La Vía Láctea no es algo extraño, es simplemente el lugar donde vivimos".

Desde siempre, el cielo ha sido la fuente de inspiración para incontables relatos e interpretaciones acerca del origen del mundo y del universo. Y sin importar las épocas, las culturas o las razas, la contemplación de un firmamento negro y repleto de estrellas ha sacudido las fibras más íntimas de nuestra especie. Su inmensidad nos golpea, nos emociona y nos asusta. Ubica nuestra existencia en un mar de tiempo y espacio en el que parecemos perdernos. Esas sensaciones fueron el germen para generaciones y generaciones de científicos, filósofos, poetas, músicos, pintores y exploradores. Pero un cielo pobre, vacío y grisáceo, salpicado de unos pocos puntos mortecinos, difícilmente pueda estimular las mentes de cientos de millones de chicos que están creciendo en medio de enormes urbes bañadas de luz.

**UNA LUZ DE ESPERANZA**

Recuperar el cielo perdido no significa quedarnos a oscuras o volver a la prehistoria. Sólo se trata de iluminar mejor y no desperdiciar la luz "iluminando las panzas de los aviones", como suelen decir los astrónomos aficionados. Es curioso, porque la contaminación luminosa también es un serio problema económico: las tres cuartas partes del brillo que vemos en el cielo de las grandes ciudades, por lo menos, corresponde a luz artificial desperdiciada. Son millones de lámparas, faroles y reflectores mal diseñados, que encandilan, que derrochan luz y que no se limitan a iluminar lo que tienen que iluminar (calles, plazas o estadios) sino que "tiran" más de la mitad de su luz hacia arriba. Según un informe de la *International Dark Sky Association* (IDA) –la principal organización mundial que lucha contra la contaminación luminosa, con sede en Tucson, Arizona, y que cuenta con miles de socios en más de 70 países–, sólo en Estados Unidos se gastan 1500 millones de dólares por año en luz que va a parar al cielo. Y este despilfarro, doblemente dañino, también ocurre en el resto del planeta.

Pero hay una solución, bastante sencilla, que gracias a la acción de la IDA y asociaciones similares en otras partes del mundo ya se está aplicando con mucho éxito en varios lugares. Simplemente hay que instalar sistemas de iluminación diseñados para que la luz vaya hacia abajo, donde realmente haya que iluminar. Son lámparas y faroles que usan escudos, techitos y rebordes que impiden la fuga de la luz hacia arriba. Y así, aprovechando bien la luz, se pueden utilizar lámparas de la mitad de la potencia –y consumo– que las que llevan los faroles comunes. Si este uso razonable de la luz eléctrica se extendiera masivamente a los edificios, los comercios, las calles, las avenidas, las rutas, las plazas, los parques, los estadios y las fábricas, las cosas podrían cambiar. Se ahorraría energía y se cuidaría el cielo. La ecuación no puede ser mejor.

Vale la pena, entonces, hacer correr estas ideas. Es mucho lo que está en juego, porque el cielo es un patrimonio natural, un inigualable paisaje a proteger. La contaminación luminosa lo está arruinando. Y nos está robando un sentimiento primario, esencial y tan antiguo como nuestra especie: la fascinación por el universo. Es una experiencia necesaria. Y profundamente humana.

**N LUMINOSA**

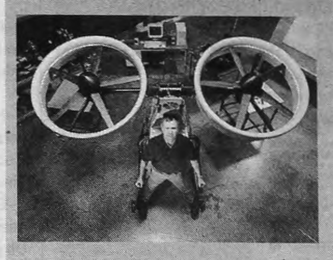
esume en un gran pla-
distintos niveles de
ce más obvio, lógica-
sponden a las capita-
udades. Pero también,
no haya lugares habi-

os de la población
ntaminación luminosa",
e personas ya no tie-
das partes hace ape-
n mucho peores cuan-
das: el 99 por ciento
sitios afectados, en

mayor o menor grado, por este problema. Y en algunos lugares más específicos, como el Este de Estados Unidos, el Oeste y el Centro de Europa y ciudades de Japón y Corea del Sur, el cielo está tan cargado de luz artificial que jamás alcanza un nivel de oscuridad mayor al de un crepúsculo (el período de alrededor de 1 hora que antecede a la salida del Sol o que precede a su puesta). Y hay más: un quinto de la humanidad (unos 1200 millones de personas) ya no pueden ver la Vía Láctea en su cielo, lo que marca una suerte de límite crítico en las escalas de polución luminosa. Pero en Estados Unidos ese porcentaje es del 70 por ciento, y en Europa, del 50 por ciento. Y, lejos de detenerse, la tendencia aumenta: los autores de este "Primer Atlas Mundial del Brillo Artificial del Cielo Nocturno" estiman que en los países más desarrollados la contaminación luminosa crece a un ritmo anual de entre 5 y 10 por ciento.

**NOVEDADES EN CIENCIA**

**UN HELICOPTERO PERSONAL**



**NewScientist** Es una máquina voladora compacta, veloz y eficiente. Pero no es un avión, ni un pájaro. En realidad es un aparato bastante raro, casi futurista: se llama *Solo Trek* y es una especie de helicóptero personal. En realidad, no es la primera vez que se intenta algo así, pero el Solo Trek parece ser el primero que realmente funciona. Tanto es así que hace unas semanas pasó con todo éxito su primer test de vuelo, aunque recién ahora se conocieron los primeros detalles de la prueba.

El curioso engendro es obra de Michael Moshier, un ingeniero norteamericano que desde hace tiempo viene trabajando la idea de construir un aparato volador individual y práctico. Para su desarrollo, contó con el apoyo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Básicamente, el Solo Trek es un armazón metálica (un "exoesqueleto", según Moshier) con dos rotores gemelos ubicados en su parte superior. El piloto se ubica en medio de la estructura, y mediante un par de controles de mano, puede encender los motores y controlar la dirección y la velocidad de la nave durante el vuelo. A propósito de su velocidad: el Solo Trek puede viajar a 120 km/hora. Y si bien es cierto que durante su bautismo sólo voló unos metros durante 19 segundos, Moshier dice que el aparato tiene una autonomía de 250 kilómetros con el tanque lleno de combustible. Así superaría con creces cualquier otro intento similar.

Actualmente, el primer prototipo de este helicóptero personal está en plena etapa de ajustes y mejoras. Y continuamente está siendo controlado con la ayuda del *Ames Research Center*, un organismo de la NASA ubicado en California. "La mayoría de las modificaciones tienen que ver con el software y el hardware de control del Solo Trek", explica su inventor. Y agrega: "En una prueba reciente notamos que el aparato no sería completamente estable durante el vuelo, así que ahora estamos perfeccionando su sistema de estabilidad". Entre otras cosas, Moshier dice que la versión mejorada del Solo Trek incluirá un equipo de posicionamiento global satelital, para la orientación del piloto, y algunas medidas de seguridad, especialmente un sistema de escape con paracaídas.

Ahora bien: ¿para qué sirve semejante cosa? Evidentemente no se trata, solamente, de un juguete ni de un capricho tecnológico. En principio, parece que el Solo Trek podría utilizarse en misiones militares (de hecho, Moshier dice que para 2003 tendrá listo un modelo perfeccionado para la armada de los Estados Unidos). Pero también se le han imaginado usos no dañinos, como la búsqueda y rescate de personas en accidentes de todo tipo, mantenimiento de edificios, reparación de torres y líneas de alta tensión y, claro, también como un novedoso medio de transporte personal.



## LIBROS Y PUBLICACIONES

**PLANTAS SILVESTRES COMESTIBLES DE LA PATAGONIA**
***ARGENTINO-CHILENA (EXOTICAS / PARTE II)***
**Eduardo H. Rapoport, Eduardo H. Sanz y Ana H. Ladio**
***Ediciones Imaginaria***
***78 págs.***




En las verdulerías y fruterías de la Argentina se consiguen en general alrededor de 25 especies de plantas. Según la FAO, se comercian anualmente unas 110 especies; las más importantes son el trigo, el maíz, la papa y las frutas más comunes. Sin embargo, los etnobotánicos tienen registradas más de 15 mil especies comestibles, y es casi parte de la mitología popular la imagen de los pueblos andinos –imagen que podría repetirse aquí, allá y en todas partes– cuya medicina se basaba en el aprovechamiento de un gran número de especies de plantas. Y es que, repartidas en todo el globo, se calcula que el número total de especies de plantas comestibles debe andar por los 60 mil. "¿Qué pasa en el medio?", es una de las buenas preguntas posibles.

Con el auspicio y el apoyo de la Fundación Antorchas, la Universidad Nacional del Comahue y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), *Plantas silvestres comestibles de la Patagonia argentino-chilena (exóticas / parte II)*, el trabajo de Eduardo Rapoport, Eduardo Sanz y Ana Ladio, trata de llenar ese hueco que hay entre las pocas plantas comestibles que se ven en las verdulerías y las tantísimas que podrían aprovecharse, muchísimas que incluso crecen por doquier. En ese sentido, se relevan aquí 31 plantas silvestres comestibles, que se suman a la primera parte de este trabajo, publicada en 1997, para hacer un total de 50 especies.

Es importante destacar la seriedad de este trabajo y la importancia que representa, ya que se trata de un riguroso estudio de campo. Y por otra parte, los autores presentan, por medio de dibujos y esquemas claros, las formas de reconocer las plantas, las "malezas", los usos que de ellas pueden hacerse y las vitaminas y nutrientes que aportan.

**F.M.**

## AGENDA CIENTIFICA

**OBSERVACIONES DE VERANO**
Los domingos y martes de enero y febrero, el Planetario de la Ciudad proyectará desde las 20 un audiovisual y dispondrá de telescopios para las observaciones de la Luna, Venus, Júpiter, Saturno, Marte y las Pléyades. En tanto, los domingos, el Planetario habilitará la Carpa Solar en la que se podrá observar la proyección del Sol sobre una pantalla, que permite ver incluso las manchas solares. Este programa también está sujeto a las condiciones meteorológicas. Gratis, en Figueroa Alcorta y Sarmiento.

**IDIOMAS EN LA UBA**
Inglés, francés, alemán, portugués, italiano, japonés y español para extranjeros son los cursos de idioma de verano que ofrece la Universidad de Buenos Aires. La inscripción será los días 4 y 5 de febrero de 9 a 12 y de 15 a 20 en 25 de Mayo 221. Informes: 4343-5981.

**MENSAJES A FUTURO**
**futuro@pagina12.com.ar**

# FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:
**donde se sugiere que el sentido común es dualista y se plantea un enigma empírico de edades**

POR LEONARDO MOLEDO

–No se me ocurre nada –dijo el Comisario Inspector–. Tanto Edgar Anzil como Eduardo Felizia se han explayado bastante.

–No sé si el verano, y especialmente un verano como éste es apropiado para la filosofía –dijo Kuhn–, hasta a mí se me están nublando las ideas.

–Como siempre –dijo el Comisario Inspector–, como siempre, mi querido Kuhn. Un gran idea –los paradigmas y las revoluciones científicas– y toda una vida tratando de justificarla. Reconozco que tener una gran idea por vida es un buen promedio, muy por encima de la media, pero me pregunto por qué no seguir teniendo ideas, en vez de aferrarse a ellas.

–Es el misterio de la existencia humana –dijo Kuhn–. Ocurre que uno nunca sabe si se le va a ocurrir una nueva idea que valga la pena.

–A propósito de ideas –dijo el Comisario Inspector– lo que se observa, por lo menos según las cartas que recibimos, es que predomina en nuestro lectores un dualismo que le habría encantado a Platón: por un lado, tenemos el mundo sensible, y por otro lado las ideas matemáticas.

–Bueno –dijo Kuhn– pero ellos exponen una conclusión diferente: no dicen que las ideas existan, sino que se trata de abstracciones humanas.

–Pero hay sólo un paso –dijo el Comisario Inspector–, o por lo menos eso creo. Es un tema que me gustaría discutir.

–Y vale la pena –dijo Kuhn– pero ahora me gustaría proponer un enigma que enviaron a "Final de Juego".

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–. Veamos.

–Es así –dijo Kuhn–. La edades actuales de Carlos y Enrique suman 91 años. Carlos es ahora el doble de viejo de lo que era Enrique cuando Carlos tenía los años que ahora tiene Enrique. ¿Cuáles son las edades de Carlos y Enrique?

–Mmmmm... –dijo el Comisario Inspector– para los criterios límpidos y elegantes de la policía.

–El mundo es así –dijo Kuhn– no todos pueden vivir en el mundo policial de las ideas.

**¿Qué piensan nuestros lectores? ¿El sentido común es platónico? ¿Y qué edades tienen Carlos y Enrique? ¿Y qué diría Platón?**

## CORREO DE LECTORES

### LOS DOS MUNDOS

Si consideramos que:

Hay dos universos (o realidades): el de las ideas y el de las sensaciones. El proceso **deductivo** pertenece al universo de las ideas; el **inductivo** al de las sensaciones. La **deducción** opera con un lenguaje (conjunto de signos, los que pueden ser gráficos, sonoros, etc.); un conjunto de reglas para formar palabras (o fórmulas) de dicho lenguaje; un conjunto de palabras seleccionadas (premisas o axiomas) y un conjunto de reglas (reglas de inferencia) para construir cadenas de palabras.

Es posible construir cadenas de palabras a partir de axiomas o de conjuntos de palabras, resultando en el proceso nuevas palabras (teoremas o conclusiones respectivamente). A estos sistemas (**sistemas formales**) se les puede asociar un modelo mediante una interpretación; el modelo puede estar relacionado con el universo de las ideas o con el de las sensaciones:

Entonces: a) La deducción **puede considerarse** una asociación de ideas.

b) Parece no haber razón a priori para que –sea lo que sea el universo que se manifiesta a través de las sensaciones– tenga que poseer una estructura formal a la cual se le pueda asociar un proceso deductivo.

c) En el planeta Tierra, habitado por seres humanos, la lógica (sistema formal) no depende del observador. Si en la galaxia Mongo hay seres vivos con neuronas de antimateria, puede que posean una lógica diferente a la de este mundo.

Los saluda con la mayor consideración

**Eduardo Felizia**

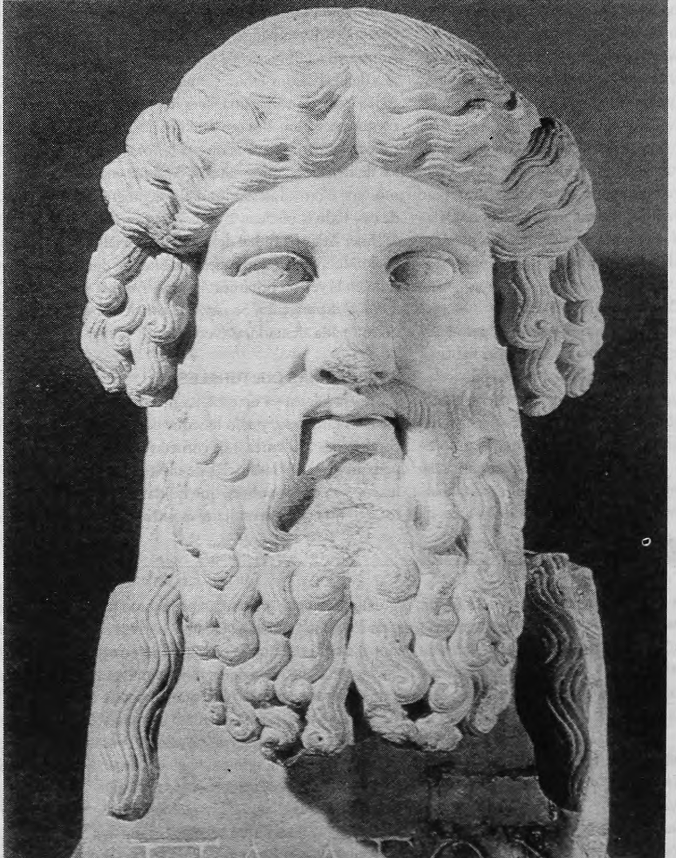
### MATEMATICA Y CONOCIMIENTO

Estimados amigos: no sé mucho de ciencias exactas, soy abogado, pero me gusta leer y detenerme sobre todo lo físico que cae a mis manos. Leo permanentemente **Futuro** y tengo algunas preguntas que formular, pero por ahora me remito al número del sábado 19 (en que cumplimos 40 años de casados con mi esposa, gracias). Se me ocurre que el hombre siempre trata de comprender lo que no ha entendido *ab initio*. Entre los modos de comprensión, ha traducido a términos matemáticos algunos problemas o dilemas que la vida le ha puesto adelante. Las matemáticas las encontramos incluso en la música, por lo que me atreveré con lo que pregunta en Correo de lectores. Estimo que es procedente dividir las cosas: en primer lugar los fenómenos de la naturaleza se han presentado como equilibrio o ruptura de equilibrio dados determinados parámetros. El hombre ha buscado explicaciones y –en muchos casos– las encontró. Después las tradujo a expresiones matemáticas, con lo que universalizó un conocimiento determinado y lo hizo comprensible para todos los que se introduzcan a investigar. Además, es un lenguaje desprovisto de los matices idiomáticos, lo que pone a las fórmulas de leyes así obtenidas fuera de las cuestiones semánticas, locales o temporales. De tal modo, las leyes de la naturaleza no son deducidas por el intelecto: las observaciones efectuadas por el hombre, y sus conclusiones, son elaboradas en modo de fórmula matemática. Las leyes relacionadas con fenómenos naturales, por ende, son *creadas* –a mi humilde entender– por el hombre.

Con relación al ejemplo que se da del triángulo rectángulo, tal vez la cita o el ejemplo no sean afortunados. La línea recta, los ángulos y las figuras geométricas puras planas como las conocimos en la escuela primaria, no existen (que yo sepa, salvo lo que me parece que podría darse en el campo de los cristales) en estado natural: son creadas por la imaginación humana para cubrir necesidades (artísticas, arquitectónicas, constructivas en general) propias. Se me ocurre que cuando se inventó cada figura no se elaboraron necesariamente todas las propiedades o conclusiones que podrían obtenerse al comparar cada figura con otra, o cada uno de sus elementos con el otro. Estas propiedades o conclusiones, fueron elaboradas después, como consecuencia de la observación crítica del investigador, dando lugar a las leyes que se mencionan (sobre Pitágoras, total de grados de un triángulo, leyes relativas a las cuerdas, radios, diámetros, etc.). Esto significaría, si estuviese en lo cierto, que tampoco aquí hay leyes que hayan sido deducidas o "descubiertas" por el hombre. Respecto a la pregunta que pretende depender la lógica del observador, es algo sobre lo que no me animo a opinar seriamente sin estudiarlo y conocer todas las variables. Espero no haberlos cansado.

Un abrazo amistoso.

**Edgar Anzil**



BUSTO ROMANO DE PLATON.